

2500.65080

#2 priority doc
DHAUGSTON 01
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application)
)
Applicant: Yokoyama et al.)
)
Serial No.)
)
Filed: December 29, 2000)
)
For: METHOD OF DETERMINING)
MAGNITUDE OF SENSING CURRENT)
FOR ELECTROMAGNETIC)
TRANSDUCER)
)
Art Unit:)

*I hereby certify that this paper is being deposited
with the United States Postal Service as EXPRESS
mail in an envelope addressed to: Assistant
Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231,
on December 29, 2000.*

Express Label No.: EL745265143US

Signature: [Signature]

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis
of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2000-195502, filed June 29, 2000.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By: [Signature]

Patrick G. Burns
Reg. No. 29,367

December 29, 2000
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, IL 60606
(312) 360-0080

PATENT OFFICE

JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Data of Application: June 29, 2000
Application Number: 2000-195502
Applicant: FUJITSU LIMITED

September 18, 2000
Commissioner, Patent Office
K o z o O i k a w a

2500-65080
(312) 360 0080

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 6月29日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-195502

出 願 人
Applicant (s):

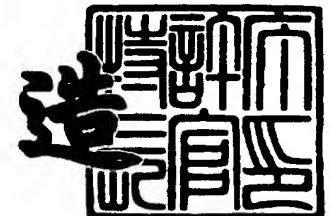
富士通株式会社



2000年 9月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3073922

【書類名】 特許願

【整理番号】 0050647

【提出日】 平成12年 6月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/455
G11B 5/09 321

【発明の名称】 センス電流の設定方法

【請求項の数】 5

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
【氏名】 横山 幸正

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
【氏名】 下里 亨

【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】
【識別番号】 100105094
【弁理士】
【氏名又は名称】 山▲崎▼ 薫
【電話番号】 03-5226-0508

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 049618
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803088

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 センス電流の設定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電磁変換素子に第 1 電流値の電流を供給する工程と、第 1 電流値の電流に基づき電磁変換素子に現れる物理量を特定する工程と、電磁変換素子に第 1 電流値と異なる第 2 電流値の電流を供給する工程と、第 2 電流値の電流に基づき電磁変換素子に現れる物理量を特定する工程と、物理量の変化に基づき、電磁変換素子に供給されるセンス電流の電流値を決定する工程とを備えることを特徴とするセンス電流の設定方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のセンス電流の設定方法において、前記第 1 電流値の電流を供給する際に電磁変換素子に現れる第 1 電圧値に基づき電磁変換素子の第 1 抵抗値を算出する工程と、前記第 2 電流値の電流を供給する際に電磁変換素子に現れる第 2 電圧値に基づき電磁変換素子の第 2 抵抗値を算出する工程と、センス電流の電流値を決定するにあたって、第 1 および第 2 抵抗値に基づき電磁変換素子の温度変化量を算出する工程とをさらに備えることを特徴とするセンス電流の設定方法。

【請求項 3】 電磁変換素子に第 1 電流値の電流を供給する工程と、第 1 電流値の電流に基づき電磁変換素子に現れる物理量を特定する工程と、電磁変換素子に第 1 電流値と異なる第 2 電流値の電流を供給する工程と、第 2 電流値の電流に基づき電磁変換素子に現れる物理量を特定する工程と、物理量の変化に基づき、電磁変換素子に供給されるセンス電流の電流値を決定する工程とをコンピュータ装置に実行させるプログラムを記憶することを特徴とする記憶媒体。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の記憶媒体において、前記第 1 電流値の電流を供給する際に電磁変換素子に現れる第 1 電圧値に基づき電磁変換素子の第 1 抵抗値を算出する工程と、前記第 2 電流値の電流を供給する際に電磁変換素子に現れる第 2 電圧値に基づき電磁変換素子の第 2 抵抗値を算出する工程と、センス電流の電流値を決定するにあたって、第 1 および第 2 抵抗値に基づき電磁変換素子の温度変化量を算出する工程とをさらにコンピュータ装置に実行させるプログラムを記憶することを特徴とする記憶媒体。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 に記載の記憶媒体が組み込まれたことを特徴とする磁気ディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばハードディスク駆動装置（HDD）や磁気テープ駆動装置といった磁気記録媒体駆動装置に組み込まれる電磁変換素子に関し、特に、電磁変換素子に供給されるいわゆるセンス電流の電流値を決定するにあたって用いられるセンス電流の設定方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

例えば巨大磁気抵抗効果（GMR）素子といった電磁変換素子には磁気情報の読み出し時にセンス電流が供給される。このセンス電流に基づき電磁変換素子に現れる電位変化によって磁気情報は読み取られる。磁気情報の記録密度が高まれば高まるほど、大きな電流値のセンス電流が要求されていく。大きな電流値が確保されなければ、正確な磁気情報の読み取りは実現されることはできない。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、電流値の増大は電磁変換素子の寿命の短縮を引き起こす。したがって、予め決められた寿命を満足させつつもセンス電流の電流値は最大値に設定されなければならない。これまでのところ、こういった要求を満足するセンス電流の設定方法は実現されていない。

【 0 0 0 4 】

本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、所定の寿命を満足しつつも最大限にセンス電流の電流値を増大させることができるセンス電流の設定方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、電磁変換素子に第 1 電流値の電

流を供給する工程と、第 1 電流値の電流に基づき電磁変換素子に現れる物理量を特定する工程と、電磁変換素子に第 1 電流値と異なる第 2 電流値の電流を供給する工程と、第 2 電流値の電流に基づき電磁変換素子に現れる物理量を特定する工程と、物理量の変化に基づき、電磁変換素子に供給されるセンス電流の電流値を決定する工程とを備えることを特徴とするセンス電流の設定方法が提供される。

【 0 0 0 6 】

例えば電流の大きさすなわち電流値と物理量との間に相関関係が認められれば、物理量の変化に応じて温度変化は検出されることができる。各電磁変換素子ごとに温度変化量は検出されることができる。検出された温度変化量に基づき各電磁変換素子ごとにセンス電流の電流値が決定されれば、各電磁変換素子ごとに個別に最適な電流値は設定されることができる。

【 0 0 0 7 】

一般に知られるように、例えば磁気抵抗効果素子といった電磁変換素子の寿命は電磁変換素子の温度に大きく依存する。したがって、電流値の設定にあたって各電磁変換素子の温度変化量が実測されれば、マイグレーションといった破壊現象に起因する寿命の短縮を考慮しつつ最大値の電流値は確実に設定されることができる。こうして設定された最大値のセンス電流によれば、予め決められた電磁変換素子の寿命は確実に満足されつつも、正確な磁気情報の読み取りは確保されることができる。

【 0 0 0 8 】

具体的には、こういったセンス電流の設定方法は、例えば、電磁変換素子に第 1 電流値の電流を供給する工程と、電磁変換素子に現れる第 1 電圧値および第 1 電流値に基づき電磁変換素子の第 1 抵抗値を算出する工程と、電磁変換素子に第 1 電流値と異なる第 2 電流値の電流を供給する工程と、電磁変換素子に現れる第 2 電圧値および第 2 電流値に基づき電磁変換素子の第 2 抵抗値を算出する工程と、第 1 および第 2 抵抗値に基づき電磁変換素子の温度変化量を算出する工程と、算出された温度変化量に基づき、電磁変換素子に供給されるセンス電流の電流値を決定する工程とを備えればよい。

【 0 0 0 9 】

こうした最大値の電流値を特定するにあたって、センス電流の設定方法は、第 2 電流値を変化させながら温度変化量を算出することが望まれる。一般に知られるように、例えば磁気抵抗効果素子といった電磁変換素子の寿命と温度変化量および電流値の大きさとの間には相関関係が認められる。したがって、温度変化量と電流値とが明らかとされれば、電磁変換素子の寿命は導き出されることができる。こうして導き出された寿命が目標の所要寿命に比較されると、電磁変換素子の寿命を満足させる最大値のセンス電流は比較的簡単に特定されることができる。

【 0 0 1 0 】

以上のようなセンス電流の設定方法は、読み取り用電磁変換素子に加えて書き込み用電磁変換素子を備える磁気記録媒体駆動装置に適用されることができる。こういった場合には、読み取り用電磁変換素子に現れる第 2 抵抗値を検出するにあたって書き込み用電磁変換素子に電流が供給されることが望まれる。一般に、実際の使用環境下では、読み取り用電磁変換素子の温度変化には書き込み用電磁変換素子の温度変化も影響する。こうして書き込み用電磁変換素子に書き込み電流が供給されると、実際の使用環境に近似した環境下で電磁変換素子の第 2 抵抗値は検出されることができる。

【 0 0 1 1 】

こういったセンス電流の設定方法は例えばコンピュータ装置の動作によって実現されることができる。このとき、そういった設定方法を実現するソフトウェアプログラムは、FD（フロッピーディスク）やCD（コンパクトディスク）、メモリーカードといった可搬性の記憶媒体に格納されればよい。その他、そういった設定方法を実現するプログラムは、フラッシュメモリその他の半導体メモリといった記憶媒体に格納されてもよい。この場合には、こういった記憶媒体は、例えばプリント配線基板などに実装されてハードディスク駆動装置（HDD）や磁気テープ駆動装置といった記録媒体駆動装置に組み込まれてもよい。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【 0 0 1 3 】

図 1 は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置（HDD） 1 1 の外観を示す。この HDD 1 1 は、平板状のベース 1 2 と、このベース 1 2 の平坦な表面に受け止められて、ベース 1 2 との間に収容空間を形成するエンクロージャ本体 1 3 とを備える。エンクロージャ本体 1 3 は例えば絞り加工によって成型されることができる。こうした HDD 1 1 は、例えばワークステーションやパーソナルコンピュータ（パソコン）といったコンピュータ装置（図示せず）に組み込まれて使用されてもよく、コンピュータ装置から独立した単体の外部記憶装置として構成されてもよい。

【 0 0 1 4 】

ベース 1 2 の裏面にはプリント基板（図示せず）が取り付けられる。このプリント基板の表面には、後述されるように、HDD 1 1 の動作を制御する HDD 用制御回路が構築される。この HDD 用制御回路には、プリント基板の表面に実装されて、IDE や SCSI といったインターフェースを確立する制御用コネクタ 1 4 が接続される。コンピュータ装置のメインボードから延びる制御用ケーブル 1 5 が制御用コネクタ 1 4 に接続されると、HDD 用制御回路とメインボードとの間にデータの伝送経路が確立される。HDD 用制御回路は、電源用コネクタ 1 6 から供給される電力に基づき動作する。電源用コネクタ 1 6 には、コンピュータ装置の電源ユニットから延びる電源用ケーブル 1 7 が接続されればよい。

【 0 0 1 5 】

図 2 に示されるように、ベース 1 2 の表面には、スピンドルモータ 2 1 に装着される少なくとも 1 枚の磁気ディスク（磁気記録媒体） 2 2 と、支軸 2 3 回りで揺動するキャリッジアーム 2 4 とが搭載される。スピンドルモータ 2 1 は回転軸回りで磁気ディスク 2 2 を回転させる。キャリッジアーム 2 4 の揺動は、例えばボイスコイルモータ（VCM）といった磁気回路から構成されるアクチュエータ 2 5 の働きによって実現されることができる。ベース 1 2 の表面にエンクロージャ本体 1 3 が重ね合わせられると、磁気ディスク 2 2 やキャリッジアーム 2 4 は、ベース 1 2 とエンクロージャ本体 1 3 との間に形成される気密な収容空間に収容される。

【 0 0 1 6 】

図 2 から明らかなように、キャリッジアーム 2 4 には、プリント基板の裏面から延びるフレキシブルプリント基板 (F P C) 2 6 が接続される。この F P C 2 6 の表面には、磁気ディスク 2 2 に対する磁気情報の書き込み動作および読み出し動作を制御するヘッド動作制御回路すなわちヘッド I C (図示せず) が構築される。ヘッド動作制御回路の詳細は後述される。

【 0 0 1 7 】

キャリッジアーム 2 4 の先端には磁気ヘッドアセンブリ 2 7 が支持される。この磁気ヘッドアセンブリ 2 7 は、例えば図 3 に示されるように、キャリッジアーム 2 4 の先端に固定される剛体のフレーム 2 8 と、このフレーム 2 8 に片持ち支持される弾性サスペンション 2 9 とを備える。弾性サスペンション 2 9 の先端には、磁気ディスク 2 2 の表面に対向するヘッドスライダ 3 1 が固着される。弾性サスペンション 2 9 は、磁気ディスク 2 2 の表面に向けてヘッドスライダ 3 1 を押し付ける弾性力を発揮する。ヘッドスライダ 3 1 は、磁気ディスク 2 2 の回転時に磁気ディスク 2 2 の表面に沿って生成される気流を受けると、弾性サスペンション 2 9 の弾性力に抗して磁気ディスク 2 2 の表面から浮上することができる。

【 0 0 1 8 】

ヘッドスライダ 3 1 には、周知の通り、磁気ディスク 2 2 に磁気情報を書き込む薄膜磁気ヘッド素子や、磁気ディスク 2 2 から磁気情報を読み取る磁気抵抗効果素子が搭載される。薄膜磁気ヘッド素子や磁気抵抗効果素子は、ヘッドスライダ 3 1 の浮上中に磁気ディスク 2 2 に対する磁気情報の書き込み動作や読み出し動作を実現する。キャリッジアーム 2 4 やフレーム 2 8、弾性サスペンション 2 9 上には、前述のヘッド動作制御回路と薄膜磁気ヘッド素子や磁気抵抗効果素子との間で信号伝送路を形成する薄膜金属パターンが描かれる。図 2 から明らかなように、キャリッジアーム 2 4 が揺動すると、ヘッドスライダ 3 1 は、磁気ディスク 2 2 の半径方向に移動して磁気ディスク 2 2 上の記録トラックを横切ることができる。こうしたヘッドスライダ 3 1 の移動によれば、磁気ディスク 2 2 に対する情報の書き込みや読み出しにあたって薄膜磁気ヘッド素子や磁気抵抗効果素

子は目標の記録トラック上に位置決めされることができる。なお、薄膜磁気ヘッド素子の磁気生成には例えば薄膜コイルパターンが用いられればよい。磁気抵抗効果素子には例えば巨大磁気抵抗効果素子（GMR）やトンネル接合磁気抵抗効果素子（TMR）が用いられればよい。

【 0 0 1 9 】

ここで、前述のHDD用制御回路やヘッド動作制御回路の構成を詳述する。図4から明らかなように、HDD用制御回路32は、例えばHDD11の動作を一般的に制御するハードディスク（HD）コントローラ33と、このHDコントローラ33に協働して磁気ディスク22に対する磁気情報の書き込み動作や読み出し動作を制御するMPU（超小型演算処理装置）34とを備える。HDコントローラ33は、インターフェース35を通じて前述の制御用コネクタ14に接続される。MPU34にはフラッシュメモリ36が接続される。書き込み動作や読み出し動作の制御にあたって、MPU34は、フラッシュメモリ36に格納されるファームウェアやデータに基づき演算処理を実現する。

【 0 0 2 0 】

ヘッド動作制御回路37は、例えばMPU34から供給されるデジタル信号をアナログ信号に変換する第1および第2D/Aコンバータ38、39と、これらのD/Aコンバータ38、39から出力されるアナログ信号で指定される電流値の電流を出力する第1および第2電流源40、41とを備える。第1電流源40から出力された電流は、第1電流源40に接続されるバイアス回路42に供給される。第2電流源41から出力された電流は、第2電流源41に接続される電流供給回路43に供給される。

【 0 0 2 1 】

バイアス回路42にはセンスチャンネル44が接続される。各センスチャンネル44には、前述の磁気ヘッドアセンブリ27に組み込まれた磁気抵抗効果素子45が個別に接続される。バイアス回路42は、各センスチャンネル44の中からいずれかの1センスチャンネルに選択的に電流源40からの電流を振り向けることができる。

【 0 0 2 2 】

同様に、電流供給回路 4 3 には電流供給チャンネル 4 6 が接続される。各電流供給チャンネル 4 6 には、前述の磁気ヘッドアセンブリ 2 7 に組み込まれた薄膜磁気ヘッド素子 4 7 が個別に接続される。電流供給回路 4 3 は、各電流供給チャンネル 4 6 の中からいずれかの 1 電流供給チャンネルに選択的に電流源 4 1 からの電流を振り向けることができる。

【 0 0 2 3 】

バイアス回路 4 2 には、振り向けられた電流に基づきセンスチャンネル 4 4 に現れる電圧変化を増幅するデータ信号用アンプ 4 8 と、振り向けられた電流に基づきセンスチャンネル 4 4 に現れる電位差を増幅する検査信号用アンプ 4 9 とが接続される。データ信号用アンプ 4 8 で増幅された電圧変化は磁気情報信号として HDD 用制御回路 3 2 の MPU 3 4 に送り込まれる。検査信号用アンプ 4 9 で増幅された電位差は電圧値信号として MPU 3 4 に送り込まれる。

【 0 0 2 4 】

次に HDD 1 1 の動作を簡単に説明する。例えば磁気情報の読み出し指令を受け取ると、HD コントローラ 3 3 は磁気ディスク 2 2 を回転させ始める。このとき、MPU 3 4 では、磁気情報の読み出しに使用される 1 磁気抵抗効果素子 4 5 が特定される。バイアス回路 4 2 は、特定された磁気抵抗効果素子 4 5 に接続されるセンスチャンネル 4 4 を選択する。その結果、特定された磁気抵抗効果素子 4 5 と第 1 電流源 4 0 との間に電流経路が確立される。

【 0 0 2 5 】

続いて MPU 3 4 は、センス電流の電流値を表現する電流値情報を取得する。こうした電流値情報は予めフラッシュメモリ 3 6 に格納される。電流値情報では個々の磁気抵抗効果素子 4 5 に固有の電流値が記述される。こうした電流値は、後述されるように、磁気抵抗効果素子 4 4 の温度変化に基づき決定される。MPU 3 4 は、取得した電流値情報を特定する指令信号を第 1 D/A コンバータ 3 8 に送り込む。第 1 D/A コンバータ 3 8 は、指令信号で指定された電流値を特定するアナログ信号を出力する。電流源 4 0 は、アナログ信号で指定される電流値の電流を出力する。

【 0 0 2 6 】

電流源40からの電流すなわちセンス電流は、選択されたセンスチャンネル44を通じて1磁気抵抗効果素子45に供給される。センス電流が供給された磁気抵抗効果素子45では、磁気ディスク22に記録された磁界の向きに応じて抵抗値が変化する。その結果、センスチャンネル44に電圧変化が現れる。現れた電圧変化はデータ信号用アンプ48で増幅された後にMPU34に向けて出力される。こうして磁気ディスク22に記録された磁気情報は読み取られていく。

【0027】

その一方で、磁気情報の書き込み指令が供給されると、MPU34では、磁気情報の書き込みに使用される1薄膜磁気ヘッド素子47が特定される。電流供給回路43は、特定された薄膜磁気ヘッド素子47に接続される電流供給チャンネル46を選択する。MPU34は、前述と同様に、予め決められた電流値を特定する指令信号を第2D/Aコンバータ39に送り込む。第2D/Aコンバータ39は、指令信号で指定された電流値を特定するアナログ信号を出力する。電流源41は、アナログ信号で指定される電流値の電流を出力する。こういった電流の供給に応じて薄膜磁気ヘッド素子47は磁気ディスク22に磁気情報を書き込む。

【0028】

次に、図5のフローチャートを参照しつつセンス電流の設定方法を詳述する。ここでは、MPU34の動作に基づきセンス電流の設定方法は実現される。MPU34は、例えばフラッシュメモリ36に格納されるプログラムすなわちファームウェアに基づき動作する。センス電流の電流値は、例えばHDD11の組立後に工場内で実施されてもよく、HDD11の電源が投入されるたびに実施されてもよい。その他、こういったMPU34の動作を実現するにあたって、インターフェース35から動作指令信号が入力されてもよい。

【0029】

MPU34は、まずステップS1で、磁気抵抗効果素子45に供給される電流の初期値すなわち第1電流値 I_{ini} を取得する。この第1電流値は例えばフラッシュメモリ36に予め格納されていればよい。第1電流値 I_{ini} には、例えばヘッド動作制御回路37で生成される最小電流値（例えば1mA）が設定されれば

よい。この第1電流値 I_{ini} を表現する指令信号が第1D/Aコンバータ38に向けて出力されると、第1D/Aコンバータ38は第1電流値 I_{ini} を特定するアナログ信号を出力する。電流源40は、第1電流値 I_{ini} で特定される検査電流をバイアス回路42に向けて出力する。バイアス回路42は1磁気抵抗効果素子45に検査電流を振り向ける。

【0030】

検査電流の供給に応じてセンスチャンネル44には電位差 V_{ini} が現れる。この電位差 V_{ini} は検査信号用アンプ48で増幅された後にMPU34に取り込まれる。こうしてMPU34は、磁気抵抗効果素子45に現れる電位差すなわち第1電圧値 V_{ini} を読み取る（ステップS2）。

【0031】

続いてステップS3で、MPU34は磁気抵抗効果素子45の初期抵抗値すなわち第1抵抗値 R_{ini} を算出する。周知の通り、第1抵抗値 R_{ini} は次式に従って算出されればよい。

【0032】

【数1】

$$R_{ini} = \frac{V_{ini}}{I_{ini}}$$

算出された第1抵抗値 R_{ini} に基づき、MPU34は、磁気抵抗効果素子45の断面積 A を計算する。断面積 A を特定する断面は、検査電流の流れに直交する平面に沿って規定されればよい。こうした断面積 A の算出にあたって、MPU34は次式を利用する。

【0033】

【数2】

$$A = \frac{\rho L}{R_{ini}}$$

ここで、 ρ は磁気抵抗効果素子45の抵抗率を規定する。 L は磁気抵抗効果素子

45の長さを規定する。抵抗率 ρ は磁気抵抗効果素子45の材質ごとに決定される。磁気抵抗効果素子45の長さ L は検査電流の流れ方向に沿って測定されればよい。抵抗率 ρ や長さ L は例えばフラッシュメモリ36に格納されていればよい。算出された第1抵抗値 R_{ini} や断面積 A は、例えばMPU34に付随するRAM(図示せず)に格納される。

【0034】

続いてステップS4で、MPU34は、第1電流値 I_{ini} と異なる第2電流値 I_S (例えば2mA)を表現する指令信号を第1D/Aコンバータ38に向けて出力する。第2電流値 I_S は例えばフラッシュメモリ36に格納されていればよい。第1D/Aコンバータ38は、第2電流値 I_S を特定するアナログ信号を出力する。電流源40は、第2電流値 I_S で特定される検査電流をバイアス回路42に向けて出力する。

【0035】

このとき、MPU34は、同時に、書き込み時の電流値を表現する指令信号を第2D/Aコンバータ39に向けて出力する。第2D/Aコンバータ39は、指定された電流値を特定するアナログ信号を出力する。電流源41は、指定された電流値で特定される書き込み電流を電流供給回路43に向けて出力する。こうして磁気抵抗効果素子45に組み合わせられる薄膜磁気ヘッド素子47には電流供給回路43から書き込み電流が供給される。

【0036】

前述と同様にステップS5で、MPU34は、検査電流に基づき電位差すなわち第2電圧値 V を読み取る。読み取った第2電圧値 V および第2電流値 I_S に基づき磁気抵抗効果素子45の第2抵抗値 R は算出される。

【0037】

続いてステップS6で、MPU34は、第1および第2抵抗値 R_{ini} 、 R に基づき磁気抵抗効果素子45の温度変化量すなわち温度上昇量 ΔT を算出する。この算出にあたってMPU34は次式を利用する。

【0038】

【数 3】

$$\Delta T = \frac{\Delta R}{R_{ini}} \gamma = \frac{R - R_{ini}}{R_{ini}} \gamma$$

このとき、 γ は温度係数を規定する。この温度係数 γ は磁気抵抗効果素子 45 の材質に応じて決定される。温度係数 γ は実測されればよい。算出にあたって MPU 34 は例えばフラッシュメモリ 36 から温度係数 γ の実測値を呼び出せばよい。

【0039】

続いてステップ S7 で、MPU 34 は、算出された温度上昇量 ΔT に基づき磁気抵抗効果素子 45 の寿命 τ [時間] を算出する。この算出にあたって MPU 34 は周知の通り次式を利用する。

【0040】

【数 4】

$$\tau = \frac{1}{J^2} \alpha \cdot \exp\left(\frac{1}{T} \beta\right)$$

このとき、 J は磁気抵抗効果素子 45 の電流密度（単位断面積当たりの電流量）を規定する。 T は磁気抵抗効果素子 45 の温度 [K] を規定する。電流密度 J は、検査電流の第 2 電流値 I_S と前述の断面積 A とに基づき、

【数 5】

$$J = \frac{I_S}{A}$$

に従って算出されることができる。磁気抵抗効果素子 45 の温度 T は、例えば室温 T_{room} [K] と温度上昇量 ΔT とに基づき、

【数 6】

$$T = T_{room} + \Delta T$$

に従って算出されることができる。室温 T_{room} [K] には、例えばフラッシュメモリ 36 に格納される特定値（例えば 25℃ 相当）が用いられればよい。式 [数 4] に含まれる係数 α 、 β は例えばフラッシュメモリ 36 から呼び出されればよい。フラッシュメモリ 36 には、例えば実測値から導き出された係数 α 、 β が格納されていればよい。

【0041】

MPU 34 は、ステップ S8 で、算出された寿命 τ を判定する。この判定にあたって MPU 34 は、予め決められた所要寿命時間 E（例えば 10 万時間）を参照する。こういった所要寿命時間 E は例えばフラッシュメモリ 36 に格納されていればよい。寿命 τ が目標の寿命 ($E + \varepsilon$) を下回っていれば、ステップ S9 で、MPU 34 は第 2 電流値 I_S をセンス電流の電流値に設定する。ここで、 ε は、所要寿命時間 E を上回る目標許容範囲を規定する。設定された電流値は例えばフラッシュメモリ 36 に格納されればよい。

【0042】

寿命 τ が所定の寿命 ($E + \varepsilon$) 以上を示す場合には、ステップ S10 で新たに第 2 電流値 I_S が設定される。第 2 電流値 I_S の設定にあたっては、従前に第 2 電流値 I_S に例えば増加分 I_{inc} が加えられればよい。MPU 34 は、こうして新たに設定された第 2 電流値 I_S に基づきステップ S5～S8 の処理を実行する。こうしたステップ S5～S8 の処理は、算出された寿命 τ が所定の寿命 ($E + \varepsilon$) を下回るまで繰り返される。算出された寿命 τ が所定の寿命 ($E + \varepsilon$) を下回った時点で第 2 電流値 I_S は最終的に導き出される。こうしてセンス電流の電流値が決定されると、目標許容範囲 ε が小さければ小さいほど大きな電流値のセンス電流は得られる。

【0043】

以上のようなセンス電流の設定方法は各磁気抵抗効果素子 45 ごとに実施され

る。したがって、各磁気抵抗効果素子 4 5 ごとに実測値に基づきセンス電流の電流値 I_S が決定される。各磁気抵抗効果素子 4 5 ごとに個別に最適な電流値 I_S は設定されることができる。しかも、電流値 I_S の設定にあたって各磁気抵抗効果素子 4 5 の温度上昇量 ΔT が実測されることから、マイグレーションといった破壊現象に起因する寿命の短縮を考慮しつつ最大値の電流値 I_S は設定されることができる。こうして設定された最大値のセンス電流によれば、予め決められた磁気抵抗効果素子 4 5 の寿命は確実に満足されつつも、正確な磁気情報の読み取りは確保されることができる。

【 0 0 4 4 】

加えて、磁気抵抗効果素子 4 5 に現れる第 2 電圧値 V の検出にあたって、この磁気抵抗効果素子 4 5 に組み合わせられる薄膜磁気ヘッド素子 4 7 にも書き込み電流が供給されると、算出される温度上昇量 ΔT には薄膜磁気ヘッド素子 4 7 の温度上昇の影響が含まれることができる。したがって、実際の使用環境に近似した環境下で磁気抵抗効果素子 4 5 の寿命 τ は導き出されることができる。算出される寿命 τ の正確性は向上する。

【 0 0 4 5 】

前述の第 2 電流値 I_S を設定するにあたって（ステップ S 1 0）、電流値の増加分 I_{inc} は均一の値（例えば 0. 2 mA）に設定されればよい。ただし、その値はできる限り小さな値に設定されることが望まれる。その値が大きすぎると、算出される磁気抵抗効果素子 4 5 の寿命 τ が目標の寿命（ $E + \varepsilon$ ）を下回ると同時に所要寿命 E をも下回ってしまうことがあるからである。その他、増加分 I_{inc} は、第 2 電流値 I_S が大きくなるほど縮小されていてもよい。こういった増加分 I_{inc} の働きによれば、算出される寿命 τ は確実に所要寿命 E と目標寿命（ $E + \varepsilon$ ）との間に落とし込まれることができる。

【 0 0 4 6 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、所定の寿命を満足しつつも最大限にセンス電流の電流値は最大化されることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 ハードディスク駆動装置（HDD）の外観を概略的に示す斜視図である。

【図 2】 HDDの内部構造を概略的に示す平面図である。

【図 3】 磁気ヘッドアセンブリの構造を概略的に示す拡大部分平面図である。

【図 4】 HDD用制御回路およびヘッド動作制御回路の構成を概略的に示すブロック図である。

【図 5】 センス電流の設定方法を概略的に示すフローチャートである。

【符号の説明】

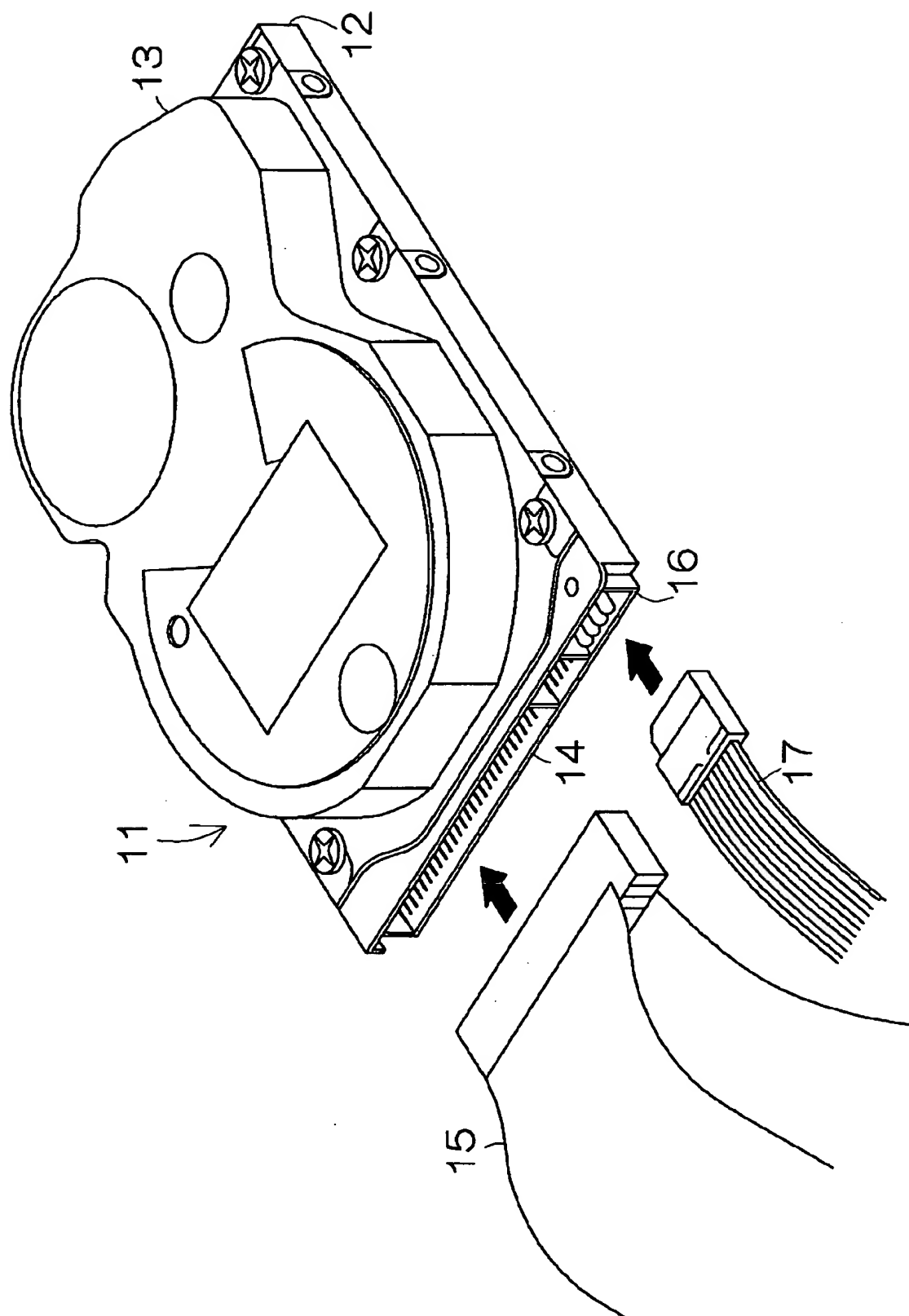
1 1 磁気ディスク駆動装置としてのハードディスク駆動装置（HDD）、3
4 コンピュータ装置としてのMPU、3 6 記憶媒体としてのフラッシュメモリ、4 5 電磁変換素子としての磁気抵抗効果素子。

特 2 0 0 0 - 1 9 5 5 0 2

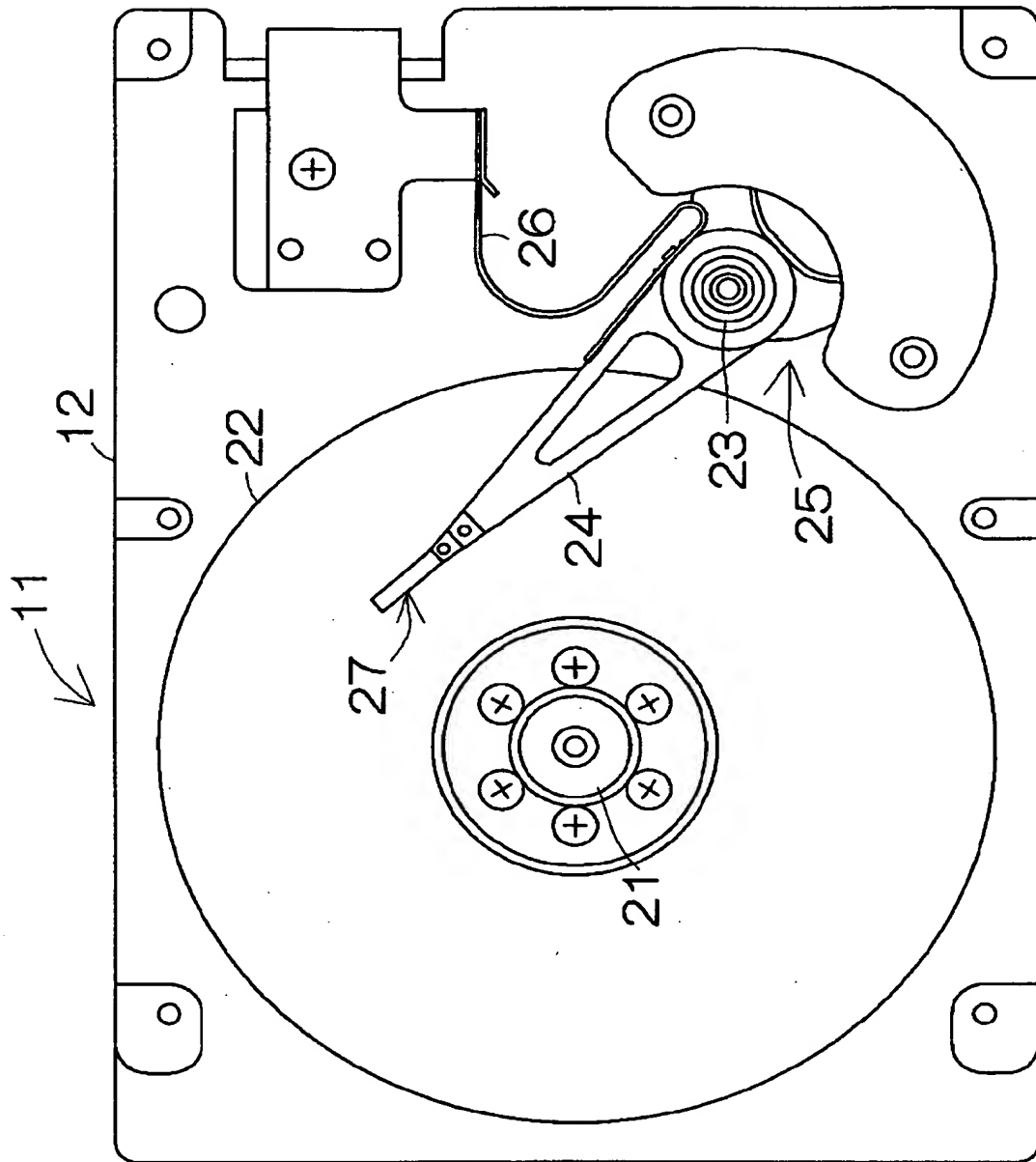
【書類名】

図面

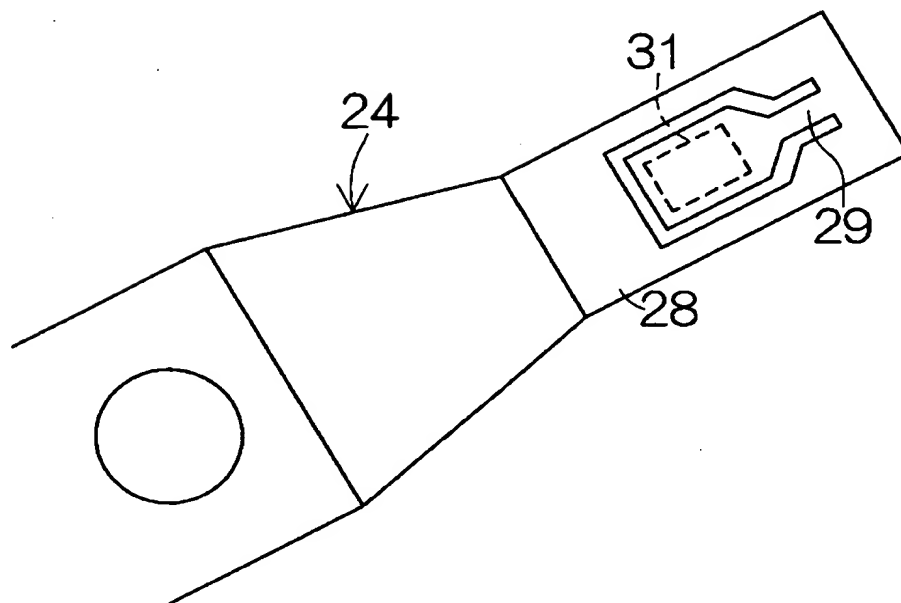
【図 1】



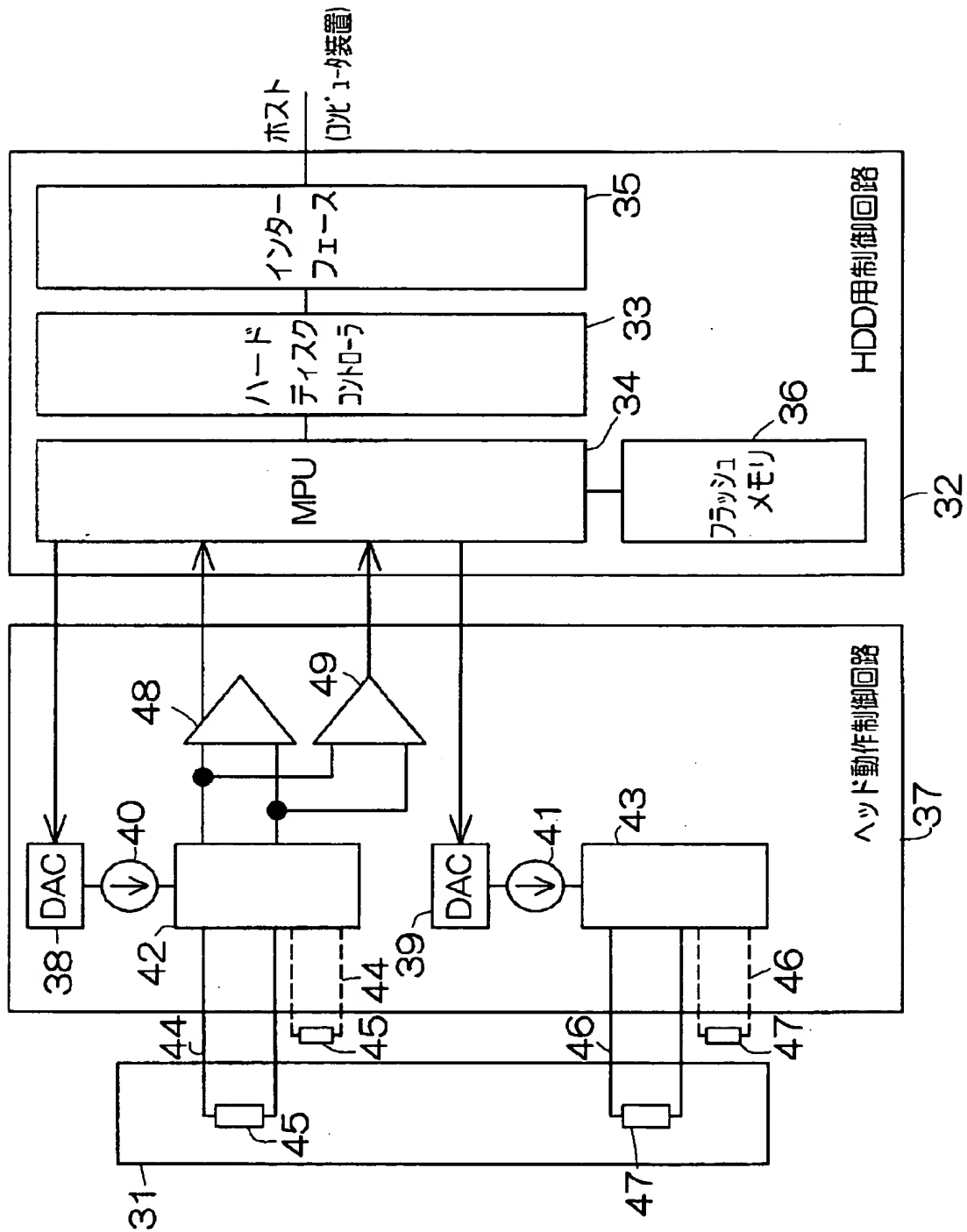
【図 2】



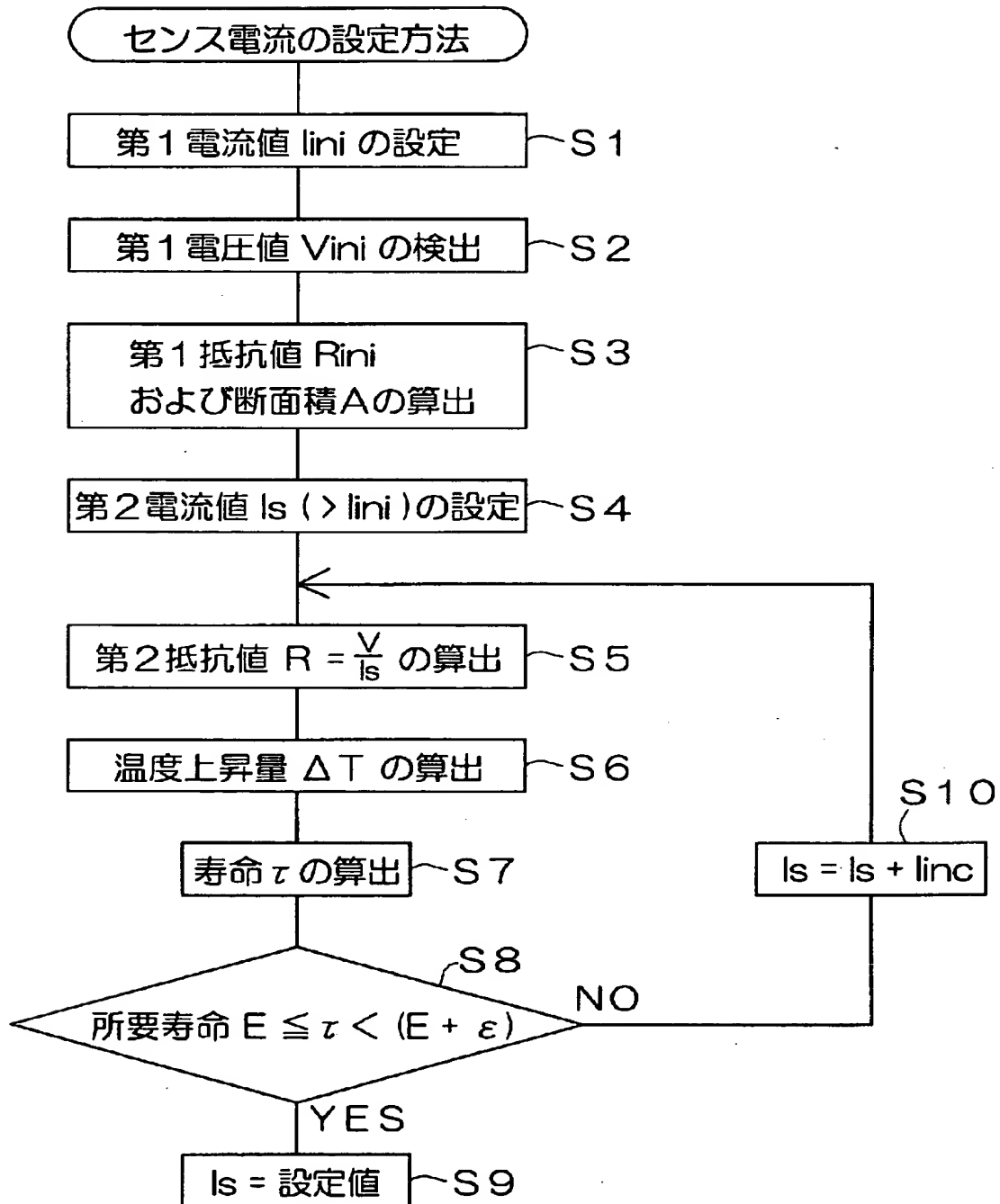
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所定の寿命を満足しつつも最大限にセンス電流の電流値を増大させることができるセンス電流の設定方法を提供する。

【解決手段】 第1電流値 I_{ini} の検査電流に基づき電磁変換素子の第1抵抗値 R_{ini} は算出される。第1電流値 I_{ini} と異なる第2電流値 I_S の電流に基づき電磁変換素子の第2抵抗値 R は算出される。第1および第2抵抗値 R_{ini} 、 R に基づき電磁変換素子の温度変化量 ΔT は算出される。算出された温度変化量 ΔT に基づき電磁変換素子の寿命 τ は算出される。算出された寿命 τ に基づきセンス電流の電流値 I_S は決定される。マイグレーションといった破壊現象に起因する寿命の短縮を考慮しつつ最大値の電流値 I_S は確実に設定されることができる。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社